



Rumslig fördelning av grov gammal tall i Uppsala stad med tallticka som indikator på höga naturvärden

Elin Hultman

SJÄLVSTÄNDIGT ARBETE, BIOLOGI, D-NIVÅ, 30HP

HANDLEDARE: ALEXANDRO CARUSO, INST. F. EKOLOGI

BITR. HANDLEDARE MIA AGVALD-JÄGBORN, UPPSALA KOMMUN
MARCUS HEDBLOM, INST. F. EKOLOGI OCH
UPPSALA KOMMUN

EXAMINATOR: JAN BENGTSSON, INST. F. EKOLOGI

Självständigt arbete 2009:16
Uppsala 2009

*SLU, Institutionen för ekologi
Box 7044, 750 07 Uppsala*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
NL-fakulteten, Fakulteten för naturresurser och lantbruk
Institutionen för ekologi

Författare: Elin Hultman

Arbetets titel: Rumslig fördelning av grov gammal tall i Uppsala stad med tallticka som indikator på höga naturvärden

Nyckelord: tall, *Phellinus pini*, tallticka, *Pinus silvestris*, rumslig fördelning, naturvärden

Handledare: Alexandro Caruso
Examinator: Jan Bengtsson

Kurstitel: Självständigt arbete
Kurskod: EX0564
Omfattning på kursen: 30 hp
Nivå: Avancerad D
Utgivningsort: Ultuna
Utgivningsår: 2009
Program: Naturresursprogrammet

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Elin Hultman

Skogen i och nära staden fragmenteras och minskar i areal vilket utgör ett hot mot flertalet arter och deras livsmiljöer. Den viktigaste åtgärden för att förhindra att fler skogar försvinner är att skydda skogsområdena men även att underhålla och skapa nya. De flesta av Uppsalas kommuninvånare bor inom tätorterna och de flesta tillbringar sin utomhusvistelse i naturområden i tätorterna och deras närmaste omgivningar. Samtidigt som exploateringstrycket kring Uppsala är högt är det viktigt att det finns tillräckligt med bostadsnära natur för att fylla de boendes behov av utomhusvistelse och rekreation. För att kunna ha en passande mängd friluftsområden även i framtiden finns det en gräns för hur mycket man kan nagga naturområdena i kanten.

Grova gamla tallar är karaktäristiskt för Uppsala och finns bevarade i och nära staden. De är sällsynta i det övriga landskapet kring Uppsala och utgör därför ett särskilt ansvar för kommunens naturvårdsaktörer. Flera av tallarna uppnår en avsevärd ålder som till exempel tallarna i Kronparken som är omkring 300 år gamla. Svampen tallticka signalerar skyddsvärd skog med höga naturvärden och kräver speciellt hänsynstagande vid skötselåtgärder. Tallticka etablerar sig på tall först när trädet nått en ålder på ca 100 år och då utgör beståndet ofta livsmiljöer för många ovanliga rödlistade arter, t.ex. insekter. Uppsala kommuns Fritid- och Naturkontor har ett behov av mer information kring Uppsalas tallbestånd och tallticka, för att kunna värna grov gammal tall i stadsplaneringen.

Alla tallbestånd inom Uppsala tätort fältinventerades med avseende på ålder, trädthet, mängd sly, förekomst av tallföryngring och tallticka. Utifrån detta karterades Uppsalas tallbestånd. Vidare undersöktes vilka variabler som påverkar sannolikheten för förekomst av tallticka. Resultaten av den analysen användes till att skapa en modell för att förutspå förekomst av tallticka i ett tallbestånd.

Studien visar att tall förekommer inom hela Uppsala tätort med koncentration till Uppsalaåsens sträckning. Majoriteten av Uppsalas grönområden innehåller tall och då främst äldre och gammal tall. Det finns endast ett fåtal större sammanhängande tallbestånd och de flesta omges av bebyggelse och vägar. Tallticka förekommer inom en tredjedel av bestånden. Värt att nämna är att tallticken observerats i parker i industriområdet Boländerna. Sannolikheten för förekomst av tallticka ökar med ökad beståndsålder och med ökat antal tallar i ett bestånd. 75 % av de 97 bestånden saknar tallföryngring. Föryngringspotentialen i de övriga bestånden (25 %) är dock mycket god, med i medel 1 100-7 700 stycken tallföryngringsträd per hektar.

De gamla tallbestånden rekommenderas att hållas öppna, genom att bl.a. undanhålla gran och lövsly, för att gynna gammal tall, insektsarter och stadens friluftsliv. I de yngre bestånden, som utgör Uppsalas framtida tallbestånd, bör tall friställas genom röjning av gran och lövsly så att de kan utvecklas till grova gamla tallar. Tallföryngring ska i möjligaste mån gynnas i samtliga bestånd, eventuellt genom plantering i de gamla bestånden. För att långsiktigt bevara grov gammal tall i Uppsala bör gamla tallbestånd med tallticka och tallbestånd med mer blandad ålder t.ex. Vårdsätraskogen uppmärksammas i stadsplaneringen.

Magisteruppsats i biologi, 30 hp, 2009:16

Institutionen för ekologi, SLU, Uppsala

Handledare: Alexandro Caruso

Bitr. handledare: Mia Agvald-Jägborn
Marcus Hedblom

Institutionen för Ekologi, SLU, Uppsala.

Fritid- och Naturkontoret, Uppsala Kommun.

Institutionen för Ekologi, SLU, Uppsala och

Fritid- och Naturkontoret Uppsala Kommun.

SAMMANFATTNING

Fragmentering och reducering av skogsareal hotar många skogs-arter och deras livsmiljö. Brister i skogarnas kvalitet, såsom för liten mängd död ved och för få gamla träd, är en förklaring till hotet. Den viktigaste åtgärden för att förhindra fortsatt förlust av skogstyper är områdesskydd, men även restaurering och nyskapande av områden som inte tidigare haft höga naturvärden. Därför är en av Fritid- och Naturkontorets, Uppsala kommun, viktigaste strategiska roller att bevaka den biologiska mångfalden inom ramen för fysisk planering.

Majoriteten av Uppsalas kommuninvånare bor i tätorter och de flesta tillbringar sin fritid i naturområden i tätorterna och deras närmaste omgivning. Exploateringsstrycket i och omkring Uppsala är högt samtidigt som det är viktigt att det finns tillräckligt med bostadsnära natur för att fylla de boendes behov av rekreation. För att en tillfredsställande mängd friluftsområden ska finnas även i framtiden finns det en gräns för hur mycket man kan nagga grönområdena i kanten.

Gamla tallbestånd är en karaktäristisk naturtyp för Uppsala som finns bevarad i och nära staden. Gammal grov tall utgör ett särskilt ansvar för kommunens naturvårdsaktörer eftersom de är sällsynta i det övriga landskapet. Tallticka är en art som signalerar skyddsvärd skog med höga naturvärden och kräver ett speciellt hänsynstagande. Tallticka etablerar sig på tall först när trädet bildat kärnved och därmed nått en ålder på ca 100 år. Vid den höga åldern hyser tallen ofta livsmiljöer för många ovanliga och rödlistade arter av t.ex. insekter.

Studiens syfte var att undersöka den rumsliga fördelningen av grov gammal tall i Uppsala tätort, med tallticka som indikator på tätortsnära tallområden med höga naturvärden. Detta gjordes genom att undersöka tallbeståndens rumsliga fördelning samt vilka miljövariabler som påverkar förekomsten av tallticka. Uppsala kommuns Fritids- och Naturkontor har ett behov av mer information kring Uppsalas tallbestånd och tallticka, för att långsiktigt kunna värna grov gammal tall i stadsplaneringen.

Alla tallbestånd, totalt 97 stycken, inom studieområdet fältinventerades med avseende på ålder, trädthet, mängd sly, förekomst av tallföryngring och tallticka. Med binär logistisk regression testades effekterna av miljövariablerna och beståndens konnektivitet.

Tall förekommer inom hela Uppsala tätort med koncentration till Uppsalaåsens sträckning. Tallticka förekommer inom en tredjedel av bestånden. Sannolikheten för förekomst av tallticka ökar med ökad beståndsålder och med ökad täthet av tall i beståndet. Ökad närhet till tallbestånd med förekomst av tallticka ökade också sannolikheten för förekomst av tallticka. 75 % av bestånden saknar tallföryngring medan resterande bestånd innehåller i medel 1100-7700 stycken tallföryngringsträd per hektar.

ABSTRACT

Fragmentation and reduction of forest area is a threat for many forest species and their habitat. Deficiencies in forest quality, such as lack of dead wood and old trees, are one explanation of the threat. The most important action to prevent the continued loss of forest types is to protect forest, but also to restore and to create areas that not previously had high nature values. Hence one of the key strategic roles for Fritid- och Naturkontoret, Uppsala municipality, is to monitor biodiversity in the context of urban planning.

The majority of the Uppsala municipality residents live in urban areas and most of them spend some of their spare time in natural areas in cities and their immediate surroundings. Exploitation in and around Uppsala is high, but it is important that there is enough nature close to houses to meet the residents' needs of recreation. In order to have an adequate amount of recreation area available in the future, there is a limit to how much you can allow the green areas to disappear.

Old pine *Pinus sylvestris* stands are characteristic for Uppsala and are preserved in the town and its surroundings. Old coarse pine is a particular responsibility of the municipality's nature conservation actors because they are rare in the rest of the landscape. The fungus *Phellinus pini* is a species that signals forests with high conservation nature values which require special care. *Phellinus pini* establish on pine when the tree have formed heartwood and thus reached the age of c. 100 years. At that advanced age habitat pine often houses many rare and red listed species of e.g., insects.

The aim of the study was to investigate the spatial distribution of coarse old pine in Uppsala city, with *Phellinus pini* as an indicator of urban natural areas of pine with high nature values. This was done by examining the spatial distribution of pine stands and environmental variables that affect the presence of *Phellinus pini*.

All pine stands, a total of 97, in the study area were inventoried with respect to age, density of trees, quantity of young broadleaves, the presence of pine regeneration and *Phellinus pini*. With binary logistic regression the effects of the environmental variables and connectivity were tested.

Pine exists in the whole study area, Uppsala city, with concentration to the esker Uppsalaåsen. *Phellinus pini* occurs in one third of the stands. The probability of occurrence of *Phellinus pini* increased with increasing age, and with increased density of pines in the stand. Increased proximity to other stands of pine with presence of *Phellinus pini* also increased the probability of occurrence of *Phellinus pini*. 75% of the stands have no pine regeneration while the other 25 % contained 1100-7700 regeneration pine trees per hectare.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | |
|--|-----------|
| INTRODUKTION | 7 |
| Fragmentering och habitatförlust | 7 |
| Tätortsnära natur i Sverige och dess miljömål | 7 |
| Planering och mål för Uppsalas natur | 8 |
| Tallskog i Uppsala | 9 |
| Tall och talltickas ekologi | 9 |
| Syfte | 10 |
| METOD | 11 |
| Studieområde och indelning av bestånd | 11 |
| Inventering | 11 |
| Provcirklar | 11 |
| Tallticka | 11 |
| Miljövariabler | 12 |
| Dataanalys | 12 |
| Konnektivitet | 12 |
| Sannolikhet för förekomst av tallticka i ett bestånd | 13 |
| RESULTAT | 13 |
| Åldersfördelning av tallbestånd och förekomst av tallticka | 13 |
| Konnektivitet | 13 |
| Variabler som påverkar sannolikheten för förekomst av tallticka i ett bestånd | 14 |
| Föryngring | 15 |
| DISKUSSION | 16 |
| Tallens utbredning i Uppsala | 16 |
| Variabler som påverkar sannolikheten för förekomst av tallticka | 16 |
| Förekomst av föryngring | 17 |
| Tallbeståndens framtid och skötsel | 17 |
| Tack | 18 |
| REFERENSER | 19 |
| BILAGA; Åldersfördelning av tallbestånd i Uppsala tätort med förekomst av tallticka | |

INTRODUKTION

Fragmentering och habitatförlust

Fragmentering och reducering av naturliga skogar genom skogsproduktion och andra mänskliga aktiviteter är stora hot mot biodiversiteten (Harris 1984). Ett habitat är en arts livsmiljö där arten lever under något av stadierna i sin biologiska cykel (Art- och habitatdirektivet 1992). Habitatet kännetecknas av särskilda abiotiska (t.ex. temperatur, nederbörd) och biotiska (levande miljöfaktorer som t.ex. konkurrens mellan arter) faktorer. Cakir m.fl. (2008) har genom att undersöka urbanisering, fragmentering och förändring av markanvändning i Istanbul, Turkiet, kunnat visa att landskapsutvecklingen i städer går mot en mer fragmenterad struktur. Detta leder till ett ökat antal habitat men en minskad medelstorlek av habitatet vilket kan ha negativ effekt på biodiversiteten och ekosystemets återhämtningskapacitet. Men att endast öka antalet skogsbestånd är troligtvis inte alltid lösningen på problemet. Kvalitén, sammansättningen och utformningen av skogslandskapet är också viktigt för ekosystemets hållbarhet över längre tid och större yta (Cakir m.fl. 2008).

Fragmentering resulterar i utdöenden i små isolerade populationer på grund av genetiska, demografiska och/eller miljömässiga orsaker (Hartl & Clark 1997). På grund av den slumpmässiga genetiska driften, som ofta är större i små populationer, reduceras den genetiska variationen och risken för inavel ökar. Detta kan leda till negativa effekter hos populationens fortplantningsframgång (Menges 1991). Spridning mellan habitat är en viktig faktor som gynnar utbyte av genetiskt material mellan populationer. För en population krävs egentligen bara en immigrant per generation för att motverka effekterna av den slumpmässiga genetiska driften (Slatkin 1985).

Utbredningen av Sveriges olika skogstyper bedöms vara generellt gynnsam för den biologiska mångfalden, men arternas utbredning har ändå i många fall gått tillbaka. Detta kan för många arter förklaras med förlust och fragmentering av vissa skogstyper. Brist på död ved och gamla träd är orsaker som sänker skogarnas kvalitet. Den viktigaste åtgärden för att förhindra fortsatt förlust av dessa skogstyper är områdesskydd men även restaurering och nyskapande är viktigt på sikt (Artdatabanken 2008).

Tätortsnära natur i Sverige och dess miljömål

Sveriges stadsnatur och tätortsnära natur täcker en större yta än den totala ytan skyddad skog. Städer och förorter med en stabil befolkningstäthet har en större proportion av stadsnatur än städer med höga befolkningsökningar. Nu när förorternas invånare förväntas öka kraftigt de närmaste åren kommer stadsnaturen att fortsätta fragmenteras i många städer (Hedblom & Söderström 2008).

Enligt riksdagens miljökvalitetsmål ”God bebyggd miljö” ska städer, tätorter och annan bebyggd miljö utgöra en god och hälsosam miljö. Naturvärden ska tas till vara och utvecklas och byggnader och anläggningar ska placeras och utformas på ett miljöanpassat sätt. Senast år 2010 ska fysisk planering och samhällsbyggande grundas på program och strategier för hur grönområden i tätorter och tätortsnära områden ska bevaras, vårdas och utvecklas samt hur andelen hårdgjord yta, t.ex. asfalterad, fortsatt ska begränsas. Miljömålet bör enligt regeringens bedömning också innebära att grönområden i närhet till bebyggelse ska värnas så

att ett hälsosamt lokalklimat kan tillgodoses samt den biologiska mångfalden bevaras och utvecklas (Miljömålsportalen 2007).

Enligt det nationella miljömålet ”Ett rikt växt- och djurliv” ska den biologiska mångfalden bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt så att arter kan fortleva i livskraftiga bestånd (Miljömålsportalen 2007). Arternas livsmiljöer och ekosystem samt deras funktioner och processer ska värnas. Människor ska ha tillgång till en god natur med rik biologisk mångfald. Landets länsstyrelser har anpassat de nationella miljömålen för att ge stöd och underlag åt kommunerna när det gäller lokala mål och åtgärdsprogram (Naturvårdsverket 2008).

Planering och mål för Uppsalas natur

Länsstyrelsen i Uppsala län har som mål att förlusten av biologisk mångfald i länet ska stoppas senast år 2010 (Miljömålsportalen 2007). Senast år 2015 ska länets befolkning ha tillgång till tätortsnära natur med höga friluftslivs-, kulturmiljö- och naturvärden. Fritids- och naturvårdsnämnden (2008) i Uppsala har tagit fram en uppdragsplan för 2009-2012 som med utgångspunkt från de strategiska styrdokumenterna Fritidspolitiska programmet och Naturvårdsprogrammet ligger till grund för arbetet med naturvård och friluftsliv. Dessa program behandlar de nationella miljömålen på regional nivå.

Enligt Fritids- och naturvårdsnämndens uppdragsplan 2009-2012 ska naturvårdsintressena beaktas i fysisk planering och vid förvaltning av naturvärden. Naturvårdsarbetet ska fokusera på tätortsnära och välfrekventerade områden (Fritids- och naturvårdsnämnden 2008). Nyttjandet av grönytor, promenad- och cykelvägar, liksom ytor för lek, spontanidrott och motion är positivt för hälsa och livskvalitet. Ur ett folkhälsoperspektiv ska Uppsala kommun skapa vardagsmiljöer som inbjuder till fysisk aktivitet, rekreation och naturupplevelser för alla grupper i befolkningen (Uppsala kommun 2006a).

Närmare 90 % procent av Uppsala kommuns befolkning (totalt ca. 200000 invånare) bor i tätorterna och därav nio av tio personer i Uppsalas stad. Uppsala kommuns mark är koncentrerad till tätorterna och deras närmaste omgivningar. Tillgången på tätortsnära friluftsmark i Uppsala är av naturgivna skäl geografiskt ojämnt fördelad. Stadens östra och norra delar har begränsad tillgång på närbelägen friluftsmark, medan stadens västra och södra delar är relativt välförsedda med friluftsmark. Dessa marker har en stor strategisk betydelse, d.v.s. de är mycket viktiga vid planering (Uppsala kommun 2006b).

Kring Uppsala, där exploateringsstrycket är högt, bör tillgången till friluftsmark långsiktigt säkerställas. Det är viktigt att tillräckligt med bostadsnära parkmark, naturmark och gröna sammanhängande stråk finns för att fylla de boendes behov av utomhusvistelse och rekreation. Kommunen ska i den fysiska planeringen värna och utveckla de gröna stråk som är viktiga för människors vardagsmotion. En god struktur av gröna kärnområden ska erbjuda upplevelser och bidra till nyfikenhet, lärande och kunskap kring natur- och miljövärden (Uppsala kommun 2006a). Kommunen har ett särskilt ansvar för att friluftsområden finns i tillräcklig utsträckning även i framtiden. Det finns alltså en gräns för hur mycket man kan nagga grönområden i kanten och det är därmed viktigt att värna och utveckla de värden som finns kvar (Uppsala kommun 2006b).

Uppsalatrakten har relativt hög artrikedom, bl.a. beroende på att den omfattar både stora skogsområden och en vidsträckt gammal slättbygd. En viktig strategisk roll för Uppsala

kommun är därför att bevaka och utveckla biologisk mångfald inom ramen för fysisk planering (Uppsala kommun 2006b).

Tallskog i Uppsala

Speciellt för Uppsala är de stora mängder skog med mycket gamla träd som finns bevarade i och nära staden. Bestånd med gammal grov tall *Pinus silvestris* (L.), främst på sandigt eller grusigt underlag på eller nära Uppsalaåsen, utgör en naturtyp som är karaktäristisk för Uppsala stad. Dessa områden är oftast präglade av tidigare bete eller annat öppethållande (Uppsala kommun 2006b). Ljuset gynnar trädens tillväxt och ökar därmed förutsättningarna för ett träd med god tillgång på solljus att växa sig gammalt (Taiz 2006). Träd som i allt för stor utsträckning beskuggas av konkurrerande träd riskerar att skadas eller dö i förtid. Skyddsvärda träd bör därför frihuggas för att förhindra igenväxning. Beskuggning försämrar även livsmiljön för många insekter och lavar som är beroende av mer ljusöppna och varma levnadsförhållanden (Länsstyrelsen Östergötland 2009). De gamla tallbestånden är sällsynta i det övriga landskapet och bör därför betraktas som ett särskilt ansvar att bevara inom kommunens gränser (Uppsala kommun 2006b).

Kronparken är det äldsta tallbeståndet i Uppsala och innehåller några av de grövsta tallarna i Sverige. Det parkliknande beståndet ligger strax söder om Uppsala centrum och är omkring 300 år gammalt. Tallarna tros vara planterade och området har tidigare varit ett militärt övningsområde. Undervegetationen nöttes av soldater och betades bort av hästar fram till 1980-talet då den militära verksamheten avvecklades. Sedan dess har lövsly och gran fått fäste vilket nuvarande ägaren Uppsala kommun har som målsättning att hålla borta för att gynna tallarna (Uppsala kommun 2008a). Kronparkens trädthet har successivt minskat sedan mitten på 1800-talet på grund av avverkningar, vindskador och trädens naturliga döende. Enligt Werner & Årmann (1955) minskar stormskadorna vid ett ojämnt krontak vilket ofta uppträder i glesa bestånd. Den låga tätheten kan därmed vara en av förklaringarna till att relativt få stormskador drabbat Kronparken (Ingelög & Risling 1973). Kronparken har ett stort botaniskt-historiskt värde och torde vara ett av de historiskt sett bäst kända skogsbestånden i Sverige. Det var nämligen i Kronparken som Carl von Linné beskrev och namngav tall (Ingelög & Risling 1973).

Stadsskogen ligger bara någon kilometer från Uppsala centrum och är väl utnyttjad av stadens invånare. De många stigarna och tillgängligheten från närliggande bebyggelse gör stadsskogen till ett viktigt rekreativsmål för allmänheten. Områdets varierande inslag av lövträd, gran och 100- till 150-årig tall ger en riktig skogskänsla nära staden (Uppsala kommun 2008b).

Gränby är en stadsdel som hyser många biologiska värden som till exempel gammal tall och större vattensalamander. Intill ligger Uppsalas största köpcentrum, Gränby Centrum, som är aktuell för utbyggnation och det planeras en intilliggande idrottsarena.

Tall och talltickas ekologi

Tall *Pinus silvestris* (L.) har en utbredning i framförallt Skandinavien, norra Asien och västra Europa. Den växer på mager mark och blir oftast 20-30 meter hög. Tall kan bli upp till 800 år gammal men i en produktionsskog sker slutavverkning efter 80-120 år. Arten är Sveriges näst vanligaste trädslag efter granen och är ett ekonomiskt mycket betydelsefullt träd. Kraven för naturlig förnyring är att markfuktigheten ska vara torr till frisk men får i undantagsfall vara

fuktig. För att skapa en bra gröningsmiljö för fröna bör marken beredas under höst eller vår före tallens fröspredning som börjar i april (Skogforsk 2002). Markvegetationen bör vara av ris- eller lavtyp och befintlig vegetation får inte vara kraftig oavsett markvegetationsklass. Vidare bör jordartens struktur vara medelgrov, d.v.s. variera mellan sandig och moig. Tall angrips hårt av snytbagge, mörghorre, knäcksjuka, tall- och snöskytte men även älgbetning kan ödelägga stora mängder tallföryngring (Skogsencyklopedin 2000).

Tallticka *Phellinus pini* ((Brot.:Fr.) A. Ames) förekommer endast på levande tall. Talltickans fruktkroppar blir mycket gamla och påträffas framförallt på äldre tallar, runt 150-200 år eller mer (Nitare 2000), ofta högt upp på stammen. Den signalerar vanligtvis att det finns skyddsvärda tallbestånd med höga naturvärden som kräver speciellt hänsynstagande när skogsskötselåtgärder planeras (Nitare 2000, Skogsencyklopedin 2000). Tallbestånden utgör då ofta livsmiljöer för många ovanliga och rödlistade arter bland t.ex. insekter (Nitare 2000).

Vednedbrytande svamparter, liksom tallticka (Nylinder m.fl. 2000) sprider sig mellan habitat med tusentals luftburna sporer (Vasiliasauskas & Stenlid 1999). Generellt sett begränsas inte förekomsten av vednedbrytande svampar av spridning eftersom svampsporer kan sprida sig över 300 km från sporkällan (Kallio 1970). Kunskapen kring talltickans spridning är begränsad men kan liknas med andra tickarter (Mattias Edman, muntl. meddl., 2009-03-24). Spordepensionskurvor för vednedbrytande svamparter visar ofta en brant och exponentiell minskning med avståndet från sporkällan, sedan följer en lång svans av låg deposition på större avstånd (Johansson & Stenlid 1994).

Svampen koloniserar tall via sår som uppkommit på stammen där t.ex. grenar brutits av (Skogsencyklopedin 2000). Grovgreniga, glest stående tallar och gamla tallar är därför lättare att kolonisera. Svampen kan sedan ligga latent i splintveden till dess att kärnved, som börjar bildas efter 15-20 år (Nationalencyklopedin 1993), färdigutvecklats (Nylinder m.fl. 2000).

Etableringsmöjligheterna för tallticka försvåras eftersom den kräver tillgång till sår eller grenarr och ska övervinna tallens kemiska substanser som utsöndras i kärnveden (Nylinder m.fl. 2000). Sannolikheten för etablering antas öka med storleken hos såret, ökat vindflöde med höjden hos såret och ökat vindflöde som slår mot såret. Inom trädkronan och i undervegetationen reduceras vindflödet men det skapas även upp- och nedflöden. Nedanför kronan och ovanför mindre träd och buskar uppstår alltså ett ökat vindflöde och även upp- och nedflöden skapade av undervegetationen. Detta betyder att kolonisering av kärnvedssvampar oftast sker vid de högsta och senast bildade grenarrarna (Jackson & Jackson 2004). Talltickans spridning gynnas troligen av att den ofta uppträder högt upp på stammen där luftströmmarna är starkare och tack vare att svampen angriper ett långlivat substrat (Mattias Edman, muntl. meddl., 090324).

Syfte

Studiens huvudsyfte var att undersöka den rumsliga fördelningen av grov gammal tall i Uppsala tätort. För att få en indikation på tätortsnära tallområden med höga naturvärden undersöktes även vilka miljövariabler som påverkar sannolikheten för förekomst av tallticka i tallbestånden. Resultaten är viktiga för att Uppsala kommuns Fritid- och Naturkontor långsiktigt ska kunna värna grov gammal tall i stadsplaneringen.

METOD

Studieområde och indelning av bestånd

Studieområdet utgjordes av Uppsala tätort (Fig. 1). Avgränsningen ansågs innefatta redan kända värdefulla tallområdena och potentiella exploateringsområden enligt Översiktsplan för Uppsala stad (Uppsala kommun 2003). Fältarbetet utgick från Lantmäteriets ortofoto år 2005 och 2008 samt inventeringar (Aronsson & Lennartsson 2000, Hamring 2008 opubl., MapInfo 8.5).

De tallområden inom studieområdet som innehöll minst 10 tallar, delades in i bestånd med avseende på ålder. Åldersindelningen utgick från tallarnas barkstruktur och omkrets, med ett spann på ca 50 år inom varje åldersklass. Heterogena tallområden med avseende på ålder delades in i flera bestånd. Totalt avgränsades 179 bestånd. Inom varje bestånd eftersöktes tallticka.



Figur 1. Studieområde, Uppsala tätort.

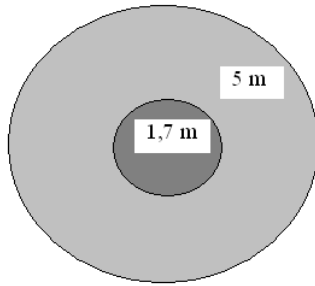
Inventering

Inom studieområdet avgränsades ett s.k. analysområde där bestånden (97 st) inventerades med hjälp av provcirklar. Analysområdet är avgränsat efter tickans spridningskapacitet. Eftersom kunskap kring trädlevande svampars spridning saknas användes medelspridningsavståndet för vedlevande svampar. 99,9% av sporer som sprids från rotrötesvampen, *Heterobasidion annosum*, en vanlig rotpatogen i tempererade barrträdsskogar, hamnade inom 100 meter från fruktkroppen men några sporer spreds också så långt som 70-500 km (Kallio 1970). Genom att studera spridda sporsers genetik och jämföra dessa med svampen *Heterobasidion annosum*s genetik visades att ett större spridningsavstånd än 500 km krävs för att få klara signaler på isoleringseffekter (Johansson & Stenlid 1994). Talltickans fruktkroppar uppträder ofta högre upp än vedlevande svampar, därför antar jag att medelspridningsavståndet är dubbelt så långt d.v.s. 200 meter. Vindflödet ökar dessutom högre upp på stammen och därmed bör spridningsavståndet förlängas för att inkludera all möjlig spridning. Analysområdet utgör därmed bestånd 1000 meter innanför studieområdets gräns.

Provcirklar

I varje bestånd upprättades en eller flera provcirklar med radien 5 meter (Fig. 2). Antal provcirklar bestämdes av beståndets vegetation och storlek. Fler provcirklar upprättades i heterogena bestånd, med avseende på vegetation och storlek. Provcirkeln(-larna) placerades

på platser i beståndet som ansågs motsvara beståndets dominerande vegetation.



Figur 2: Provcirkel bestående av en större cirkel (radie: 5 m) och en mindre cirkel (radie: 1,7 m).

Miljövariabler

Inom provcirkeln mättes diametern hos samtliga levande tallar med diameter > 15 cm. Detta gjordes för att förekomsten av tallticka förväntades bero på tallarnas diameter vilken generellt ökar med ökad trädålder. Inom cirkeln inventerades även en mindre cirkel med radien 1,7 meter med avseende på antalet levande tallar, lövträd och granar med diametern 4-15 cm samt < 4 cm (mätt 2 dm ovan markytan). Detta gav ett mått på antalet sly och tallföryngring per hektar. Beståndets trädthet förväntades påverka förekomsten av tallticka och uppskattades därför med relaskop med utgångspunkt från provcirkelnas mitt. Trädtheten delades in i klasserna löv, gran, tall och lärk, eftersom förekomsten av tallticka även förväntades påverkas av antalet tallar i beståndet.

Dataanalys

Konnektivitet

Effekten av omgivande bestånd för beståndet i beräknades med formel för konnektivitet, S_i . Detta utfördes på samtliga bestånd inom studieområdet.

$$S_i = A_i^c \times \sum \left(P_j^{(-\alpha \times d_{ij})} \times A_j^b \right),$$

där A_i^c betyder att emigrering från bestånd i beror av arean (bestämde m.h.a. MapInfo 8.5). P_j är 1 för bestånd med förekomst av ticka och 0 för bestånd utan förekomst. d_{ij} är avståndet mellan bestånd i och j och är beräknad utifrån avståndet mellan varje bestånds centroid som definierats med hjälp av MapInfo 8.5 (Hanski 1994, Moilanen 1999). Avståndet d_{ij} är begränsat till 1000 meter baserat på talltickans spridningskapacitet (se *Inventering* ovan).

Konstanten α är överlevnadsgraden för migranter över avståndet d_{ij} . A_j^b betyder att immigrering till bestånd i beror av arean hos bestånd j (Hanski 1994, Moilanen 1999). Variablerna b och c är 1 eftersom emigrering och immigrering av tallticka ansågs bero av beståndets area. Ju större tallbestånd desto fler tallar inkluderas vilket ökar sannolikheten för förekomst av tallticka vilket ökar möjligheterna till emigrering och immigrering av sporer (Edman 2009-03-24).

Konnektivitet beräknades med α -värden varierande från 0,00001 till 0,005 ($\alpha = 0,00001$; 0,00005; 0,0001; 0,0005; 0,001 och 0,005). Med binär logistisk regression i Minitab 15 testades vilket α -värde som bäst beskrev sannolikheten för förekomst av tallticka i ett bestånd

inom studieområdet, d.v.s. det med lägst -log-likelihood-värde. Svarsvariabeln utgjordes av förekomst (1) eller ingen förekomst (0).

Sannolikhet för förekomst av tallticka i ett bestånd

Effekten av miljövariablerna och konnektivitet på sannolikheten för förekomst av tallticka testades med logistisk regression i Minitab 15. Detta utfördes på bestånd inom analysområdet. De yttre bestånden uteslöts därför att information om miljövariabler saknades för tallbestånd utanför studieområdets gräns. Den binära svarsvariabeln var förekomst (1) eller ingen förekomst (0) i bestånden. Sannolikheten för förekomst antogs följa en binomial fördelning. En logit linkfunktion (logistisk regression) användes. Den generella modellen som passades var;

$$\log it(P_{tallticka}) = \beta_0 + \beta_n \times x,$$

där x är en matris bestående av n variabler, β_n är associerade regressionsparametrar, och β_0 är interceptet associerad med variationen mellan bestånden.

Variablerna som testades var konnektivitet, beståndsålder, täthet av tall, täthet av övriga trädslag, beståndsarea och antalet sly. Värdet för konnektivitet dividerades med 1000000 för att få en användbar skala. Först konstruerades en startmodell bestående av samtliga variabler samt biologiskt meningsfulla tvåvägsinteraktioner och kvadrerade variabler. Startmodellen reducerades sedan genom stegvist borttagande av icke signifikanta variabler. Efter varje variabeleliminering kontrollerades att modellen förbättrades d.v.s. gav ett lägre -log-likelihoodvärde än den förra.

RESULTAT

Åldersfördelning av tallbestånd och förekomst av tallticka

Tallen är spridd inom Uppsala tätort med en tendens till aggregering av gamla bestånd strax söder om Uppsala centrum (Bilaga 1). Majoriteten av Uppsalas grönområden består av tall och då främst äldre och gammal tall. Bortsett från Uppsalaåsen finns ytterligare två koncentrationsområden av tall i analysområdets östra och nordöstra del. Förekomsten av tallticka är fördelad över hela analysområdet. Den påträffades inom en tredjedel av bestånden.

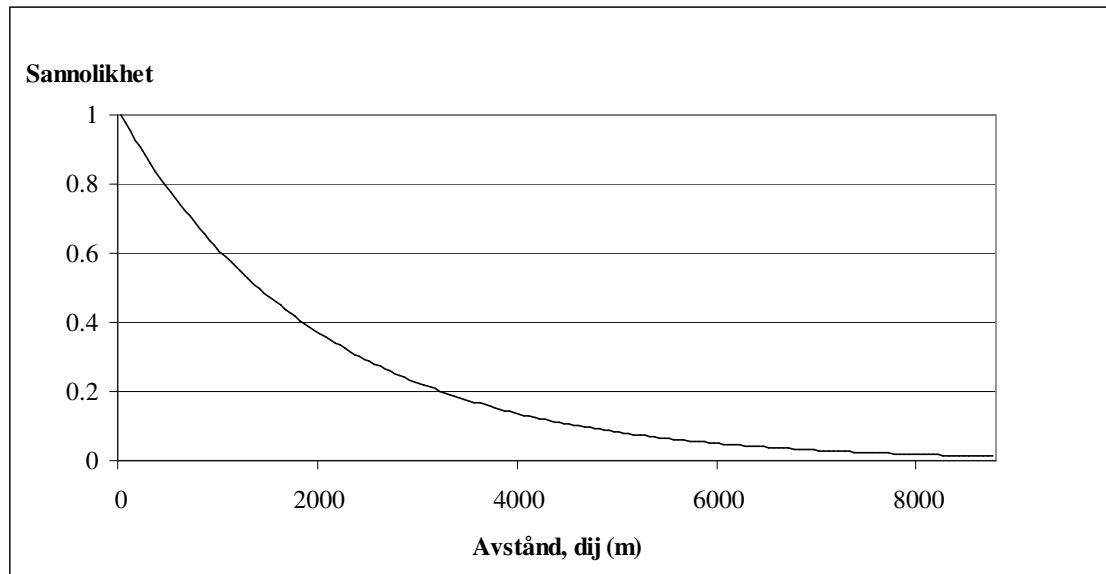
Konnektivitet

Konnektivitet för ett bestånd beskrivs bäst med $\alpha = 0.0005$, eftersom det alfavärdet ger lägst -log-likelihoodvärde (Tabell 1).

Tabell 1. Binär logistisk regression baserad på olika α -värden

| | -log-likelihood | P |
|---------------------------|-----------------|-------|
| Si ($\alpha = 0.00001$) | 89.620 | 0.002 |
| Si ($\alpha = 0.00005$) | 89.617 | 0.002 |
| Si ($\alpha = 0.0001$) | 89.615 | 0.002 |
| Si ($\alpha = 0.0005$) | 89.605 | 0.002 |
| Si ($\alpha = 0.001$) | 89.632 | 0.001 |
| Si ($\alpha = 0.005$) | 92.617 | 0.003 |

Figur 3 illustrerar att majoriteten av talltickans sporer sprids ett kortare avstånd. Grafen bygger på funktionen $e^{-\alpha d_{ij}}$, där $\alpha = 0.0005$.



Figur 3. Talltickas rumsliga fördelning. Funktionen relaterar till sannolikheten att tallticka förekommer inom ett visst avstånd från spridningskällan. Överlevnadsgraden för migranter (α) är 0.0005.

Variabler som påverkar sannolikheten för förekomst av tallticka i ett bestånd

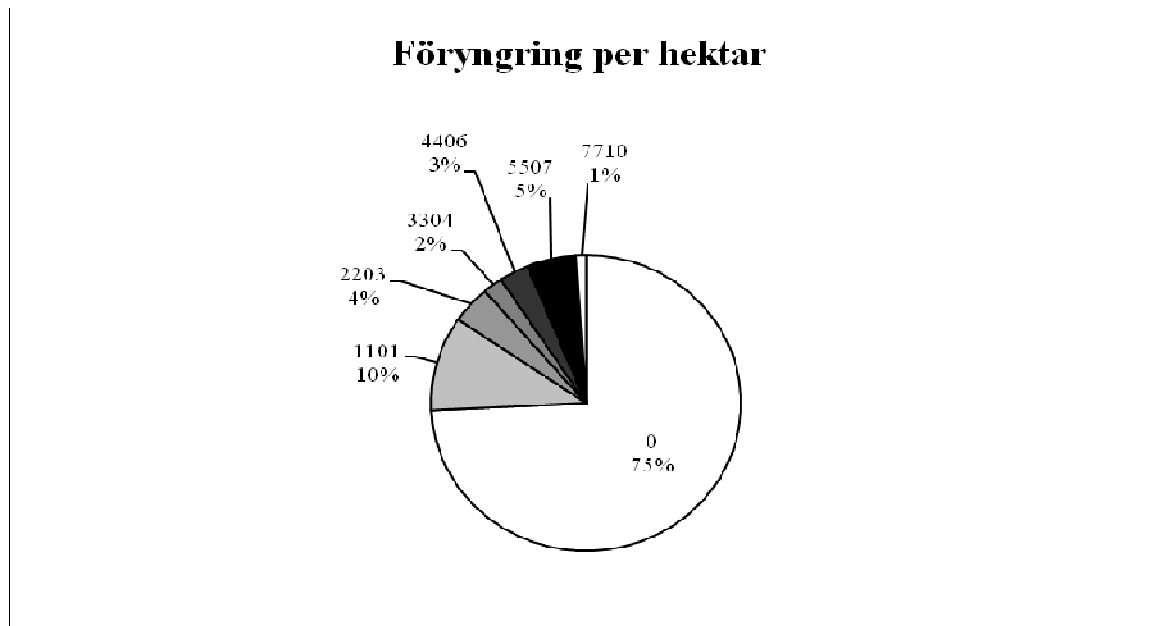
Med ökad beståndsålder och ökad täthet av tall i ett bestånd ökar sannolikheten för förekomst av tallticka (Tabell 2). Det finns även en tendens till att ökad konnektivitet, om än inte statistiskt säkerställd, ökar sannolikheten för förekomst av tallticka. Eliminering av den nära signifikanta konnektiviteten gav ett högre -log-likelihoodvärde och därmed en sämre modell, vilket motiverar att ha med denna variabel i den slutgiltiga modellen.

Tabell 2. Logistisk regression där förekomst av tallticka i beståndet är svarsvariabel och miljövariabler är oberoende variabler

| Miljövariabel | Koefficient | Standard error koefficient | P |
|---------------|-------------|----------------------------|-------|
| Konstant | -4.55 | 1.414 | 0.001 |
| Konnektivitet | 0.00005 | 0.00003 | 0.052 |
| Ålder | 0.055 | 0.024 | 0.023 |
| Täthet tall | 0.115 | 0.055 | 0.035 |

Föryngring

Tallföryngring förekom endast inom 25 % av tallbestånden, men då med 1 101-7 710 stycken föryngringsträd per hektar (Fig 4).



Figur 4. Andelen tallbestånd med förekomst av antal tallföryngringsträd (diameter < 15 cm) per hektar.

DISKUSSION

Tallbeståndens utbredning i Uppsala tätort utgör fragment i ett mycket exploaterat landskap. Bestånd med grov gammal tall är koncentrerad till stadens södra delar. Tallticka förekommer inom en tredjedel av bestånden. Ett tallbestånds kvalitet (ålder och täthet av tall) och konnektivitet visade sig påverka förekomsten av tallticka. Förekomsten av tallföryngring är låg inom Uppsala tätort.

Tallens utbredning i Uppsala

Att de flesta tallbestånden följer Uppsalaåsens sträckning (Bilaga 1) beror bland annat på den gynnsamt sandiga och magra marken. Utbredningen av tall i den östra och nordöstra delen av Uppsala samt även längs åsen beror till stor del på att de skyddas eller inte varit aktuella för exploatering. Det kan också tänkas att staden utgjort ett skydd för tallområdena som finns kvar idag. Hade staden inte vuxit fram här hade kanske området blivit produktionsskog och avverkats. Grov gammal tall förekommer rikligast strax söder om Uppsala centrum, bl.a. i Kronparken. Dessa tallområden planterades kring 1700-talet. Endast ett fåtal större sammanhängande tallbestånd förekommer inom analysområdet och de flesta utgör kilar mellan bebyggelse och vägar. Genom att studera kartor från 1850-talet utläses att de tallbestånd vi idag ser strax söder om centrum endast är fragment från ett historiskt sett mer skogstäckt landskap. Flertalet tallbestånd i östra och norra delen utgjorde under 1850-talet öar i ett åkerlandskap medan de idag är öar bland hårt trafikerade vägar, hus och industrier.

Variabler som påverkar sannolikheten för förekomst av tallticka

Sannolikheten för förekomst av tallticka inom ett tallbestånd ökade med ökad ålder hos tallarna. Det är sedan tidigare känt att talltickans mycel utvecklas först när tallen bildat kärnved vilket oftast sker när tallen passerat en ålder på 100 år. Etablering vid högre ålder kan också bero på att fler grensår i stammen har kunnat uppstå desto äldre tallen blivit vilket förbättrar förutsättningarna för tallticka. Det historiska landskapet bör också tas i beaktande eftersom tickans fruktkroppar är fleråriga. Tallområdenas miljöförhållanden var troligtvis dem rätta vid sporernas etablering, men kan ha försämrats med åren. En möjlig felkälla är att tallarnas ålder översatts från stammens diameter vilket inte alltid överrensstämmer. Att tallticka i de flesta fall noterats förekomma i äldre bestånd kan diskuteras. Det kan tänkas att jag i bestånd med tydligt äldre tallar förväntat mig hitta talltickan och därmed sökt mer intensivt.

Sannolikheten för förekomst av tallticka i ett bestånd ökar också med ökad täthet av tall. Fler tallar i ett bestånd betyder fler möjliga angreppsträd för talltickan. Det kan också tänkas att det i ett bestånd med hög täthet av tall blir ökad ljuskonkurrens vilket gör att träden satsar på tillväxt uppåt och därmed skapas fler grensår eftersom grenar längre ned på stammen faller. En annan förklaring är att ju fler tallar jag tittar på desto högre blir sannolikheten att hitta åtminstone en individ av talltickan.

Ökad konnektivitet verkar leda till en ökad förekomst av tallticka, om än inte statistiskt säkerställt. Förekomsten av tallticka i ett bestånd påverkas därmed av förekomsten av tickan i omgivande tallbestånd. Kvalitén hos omgivande bestånd och tickans möjlighet till spridning till och från närliggande bestånd är därför viktig för talltickans existens. Det är viktigt att det i närheten finns tallbestånd av hög ålder och att inte spridningen hindras av bebyggelse eller andra barriärer.

Tallbeståndets area, mängden sly och trädtheten visade sig inte påverka förekomsten av tallticka. Att beståndets area inte påverkar kan förklaras med att en större beståndsarea inte alltid innebär fler tallar inom beståndet eller att de utgör lämpliga substrat för talltickan. Att mängden sly inte påverkar talltickans förekomst kan bero på att när tickan angriper trädet är tallen redan väletablerad och konkurrenskraftig mot annan markvegetation. Tallens höjd vid 100 år är så pass mycket högre än slyns att det inte påverkar tickans spridningsmöjligheter. Tall trivs dessutom på mager mark vilket inte gynnar tillväxten av sly. En förklaring till att tätheten av övriga trädslag inte påverkade sannolikheten för förekomst av tallticka i ett bestånd kan vara att den inte säger något om kvalitén hos tallarna eller antalet tallar.

Studien är baserad på beståndsnivå vilket ger generella resultat för tall och tallticka utifrån medelvärden för respektive variabel. Det vore intressant att genomföra en utförlig inventering av tall och tallticka där data för varje träd och förekomst av tallticka samlas in. Resultaten skulle kunna baseras på abundans samt tallens och talltickans habitatkrav skulle kunna undersökas mer i detalj.

Förekomst av föryngring

Majoriteten av de inventerade tallbestånden saknar tallföryngring men i bestånd där föryngring förekommer noterades i medel 1 101-7 710 föryngringsträd per hektar. Detta kan sättas i relation till skogsvårdslagens krav för ett produktionsbestånd (bördighetsklass T28, Upplands breddgrad) på minst 2 300 plantor/ha för att trygga återväxten av en skog av tillfredsställande täthet (Skogsstyrelsen 1993). Studien visar att endast 11 % av Uppsalas tallbestånd överstiger 2 300 plantor/ha. Även om tätheten i ett produktionsbestånd kanske inte är målet för tallbestånden, ger det ändå ett riktmärke för hur glesa och sårbara tallbeståndens framtid är i Uppsala. För att gynna den naturliga föryngringen som finns bör marken beredas och konkurrerande vegetation som gran och sly undanhållas. Eventuell naturvårdsbränning kan genomföras eftersom tallföryngring är störningsgynnad (Skogsstyrelsen 2009).

Tallbeståndens framtid och skötsel

För att långsiktigt bevara Uppsala stads unika tallbestånd bör gamla tallbestånd med eller utan tallticka samt yngre tallbestånd där föryngring förekommer prioriteras i stadsplaneringen. Bestånd där talltickan inte observerats är även de betydelsefulla eftersom det ständigt sker utdöenden och nykoloniseringar av träd. Studien visar att speciellt bestånd i närheten av andra bestånd med tallticka är viktiga. Tallens vida utbredning och dess höga ålder gör tallbestånden intressanta för många ovanliga och hotade arter. Samtidigt är dock förtätning ett högst aktuellt tillvägagångssätt för att svara på den ökande efterfrågan på stadsnära bostäder. Det resulterar i ett fragmenterat landskap där grönområden, som utgör livsmiljöer för många arter, ständigt naggas i kanten.

Reliktbock och svart praktbagge är två skalbaggsarter vars livsmiljö utgörs av grova, levande, solexponerade tallar (Ehnström & Axelsson 2002). Gnagspår av reliktböck har observerats i några av de äldsta tallbestånden strax utanför Uppsala centrum (Artportalen 2009). Reliktbock som lever i den grova barken är beroende av solexponerade tallar för äggläggningen. Honorna lägger inte ägg där träd eller buskvegetation skuggar stammen. Min studie visade att talltickan inte påverkas av mängden sly i beståndet men detta har alltså stor betydelse för andra arter knutna till gammal tall (Ehnström & Axelsson 2002). Buskvegetation är inte bara negativt för reliktböckens äggläggning utan torde också vid mycket högt sly försämra talltickans sporspridning eftersom vindflödet reduceras. Den ettåriga svampen vintertagging är en signalart för gammal tall och tallskogar med höga naturvärden som bland annat har påträffats i Uppsalas mest centrala tallbestånd (Nitare 2000, Artportalen 2009). Den bildar fruktkroppar

på döende grenar av gammal flerhundraårig tall under vintermånaderna. Intressant för vidare studier vore att inventera fler värden knutna till tall samt att studera ett större område där eventuella värdekärnor utanför staden innefattas.

Tallföryngring ska i möjligaste mån gynnas i samtliga bestånd genom frihuggning och eventuellt plantering i de gamla bestånden eftersom föryngring nästintill saknas. Ingelög & Risling (1973) föreslog plantering redan 1973 för att behålla kontinuiteten i gamla bestånd, främst i Kronparken. Planteringen föreslogs börja i befintliga stora luckor för att sedan allt eftersom träd dör eller blåser ner kan de ytorna planteras. Eftersom kottproduktionen, och därmed den naturliga föryngringen, är låg hos gamla tallar är det angeläget att snabbt få upp en ny generation (Ingelög & Risling 1973). Därför rekommenderas plantering av stora tallplantor.

För att skapa förutsättningar för gamla tallbestånd i ett långsiktigt perspektiv bör man värna yngre bestånd med mer blandad ålder som t.ex. Vårdsätraskogen. Som studien visar är det viktigt att hålla kontinuitet av gamla tallar och bestånd med hög täthet av tall för att gynna tallticka och därmed få skyddsvärda tallbestånd med höga naturvärden. Beståndens närhet till intilliggande tallbestånd med förekomst av tallticka ska också tas i beaktande eftersom det påverkar förekomsten av tallticka. Tall bör frihuggas och föryngring värnas för att även på sikt ha äldre tallbestånd med förekomst av tallticka i Uppsala. Frihuggningen bör ske successivt för att undvika vindfällan. Grova gamla tallars möjlighet att anpassa sig till en ny vindsituation är mycket begränsad på grund av rötternas marginella tillväxt (Ingelög & Risling 1973). Undanhållning av sly är även motiverat för att öka tillgängligheten för allmänheten. Det kan också tänkas att tallföryngringen gynnas av att marken hålls fri från konkurrerande vegetation genom störning från bete eller röjning. Stadsplaneringen bör utformas så att exploatering i första hand sker på redan hårdgjord yta, s.k. omvandlingsytor, och exploatering nära inpå gamla tallbestånd bör ske med stor försiktighet.

Tack

Ett stort tack vill jag rikta till Alexandro Caruso och Marcus Hedblom för stöd och hjälp under arbetets gång. Mia Agvald-Jägborn vill jag tacka för hjälp till utformning av idén till mitt examensarbete. Jag vill tacka Fritid- och Naturkontoret på Uppsala kommun för vänligt mottagande och tillgång till kontorsplats. Jörgen Rudolphi vill jag tacka för stor hjälp i analysarbetet. Jag vill även tacka Gillis Aronsson, Naser Banihashem och Christer Justusson.

REFERENSER

- Aronsson, G. & Lennartsson, T., 2000. Naturen på Uppsalaåsen från Sten-Sturemonumentet till Flottsund. –Förslag till skötsel. Uppsala: Upplandsstiftelsen. Opubl.
- Artdatabanken, 2008. Arter & naturtyper i habitatdirektivet – tillståndet i Sverige 2007. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU.
- Artportalen, 2009. <http://www.artportalen.se/bugs/default.asp>. Sökord: Reliktbock, Vintertagging. Hämtat 090512.
- Art- och habitatdirektivet, 1992. http://www.vattenmyndigheterna.se/vattenmyndigheten/Projektwebbar/VISS/vattenforekomst/allm_uppg/omradesskydd/arthabitatdir.htm. Hämtat 090327.
- Cakir, G. m.fl., 2008. Evaluating urbanization, fragmentation and land use/land cover change pattern in Istanbul city, Turkey from 1971 to 2002. Land degradation & development 19: 663-675.
- Edman, M. Inst. för Naturvetenskap, teknik och matematik, Mittuniversitetet, Sundsvall. 090324: muntl. Telefonsamtal.
- Ehnström, B. & Axelsson, R. 2002. Insektsnag i bark och ved. Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- Fritids- och naturvårdsnämnden, 2008. Fritids- och naturvårdsnämndens uppdragsplan 2009-2012. FNN 2008-09-09 § 87.
- Hamring, L. 2008. Inventering av grönområden inom Uppsala tätort. Uppdrag av Uppsala kommun. Opubl.
- Hanski, I. 1994. A practical model of metapopulation dynamics. Journal of Animal Ecology. 63: 151-162.
- Hartl, D. L. & Clark, A. G., 1997. Principles of population and genetics, 3rd edn. Sinauer associates. USA: Massachusetts.
- Harris, L. D. 1984. The fragmented forest: island biogeography theory and preservation of biotic diversity. Univ. of Chicago Press.
- Hedblom, M. & Söderström, B., 2008. Woodlands across Swedish urban gradients: Status, structure and management implications. Institutionen för Naturvårdsbiologi, SLU, Uppsala.
- Ingelög, T. & Risling, M., 1973. Kronparken vid Uppsala, historik och beståndsanalys av en 300-årig tallskog. Svenska Växtgeografiska Sällskapet. Uppsala.
- Jackson, J. A. & Jackson B. J. S., 2004. Ecological Relationships between fungi and woodpecker cavity sites. The Condor. 106:37-49.

Johansson & Stenlid, J., 1994. Proceedings of the Eight International Conference on Root and Butt Rots. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Uppsala.

Kallio, T., 1970. Aerial distribution of the root fungus fomes-annosus in Finland. Acta forestalia Fennica. 107: 5-55.

Lantmäteriet. 2005. Ortofoto över Uppsala Kommun.

Lantmäteriet. 2008. Ortofoto över Uppsala Kommun.

Länsstyrelsen Östergötland, 2009. Skyddsvärda träd. Kenneth Claesson.
http://www.h.lst.se/ostergotland/amnen/naturvard/aktuellaprojekt/grova_trad.htm. Hämtat 090423.

MapInfo Professional 8.5. Geografiskt Informations System. Artregistreringar.

Menges, E. S., 1991. Seed germination percentage increases with population size in fragmented populations. Conserv. Biol. 5: 158 – 164.

Miljömålsportalen, 2007. God bebyggd miljö.
http://miljomal.nu/om_miljomalen/miljomalen/mal15.php. Hämtat 090319.

Minitab 15. Statistisk mjukvara.

Moilanen, A., 1999. Patch occupancy models of metapopulation dynamics: Efficient parameter estimation using implicit statistical inference. Ecology. 80:1031-1043.

Nationalencyklopedin, 1993. 12:e bandet. Sökord: kärnved. Bra Böcker AB. Höganäs.

Naturvårdsverket, 2008. Miljömålen i korthet - sammanfattning av Miljörådets undersökning. Hämtat 090319.

Nitare, J., 2000. Signalarter – Indikatorer på skyddsvärdskog. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.

Nylinder, M., Lundström, H., Fryk, H., 2000. Skador och fel på tall- och grantimmer. Institutionen för skogshushållning, Uppsala.

Skogforsk, 2002. Tallfrö av rekordkvalitet i hela landet - läge för fina tallföryngringar.
http://www.skogforsk.se/templates/sf_NewsPage_2726.aspx?sm=1. Hämtat 090611.

Skogsencyklopedin, 2000. Sökord: tall, tallticka. Sveriges Skogsvårdsförbund, Stockholm.

Skogsstyrelsen, 1993. Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagen. §6.
<http://www.skogsstyrelsen.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=11217&epslanguage=SV#6%20§>. Hämtat 091020.

- Skogsstyrelsen, 2009. Naturvårdsserien nr 4. Naturlig föryngring av tall och gran.
http://www.svo.se/episerver4/dokument/sks/Fakta_om_skog/Skogsskotselserien/Naturlig-foryngring-av-gran-och-tall/04-naturlig_foryngring_av_gran_och_tall.pdf. Hämtat 090611.
- Slatkin, M., 1985. Gene flow in natural populations. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16:393-430. Univ. of Washington.
- Taiz, L., 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates. USA.
- Uppsala Kommun. 2003. Översiktsplan för Uppsala stad.
- Uppsala kommun, 2006a. Fritidspolitiskt program för Uppsala kommun.
- Uppsala kommun, 2006b. Naturvårdsprogram för Uppsala kommun 2006-2009.
- Uppsala kommun, 2008a. Friluftsområden; Kronparken.
<http://www.uppsala.se/sv/Startsida/Fritidnatur/-/Friluftsliv--naturvard/Friluftsomraden/Kronparken/>. Hämtat 090504.
- Uppsala kommun, 2008b. Naturområden; Stadsskogen.
http://kartor.uppsala.se/scripts/hsrun.exe/extwebb/dynamiskt2/MapXtreme.htx;start=HS_naturromrade?beteckning=BON001. Hämtat 090505.
- Vasiliasauskas & Stenlid, 1999. Vegetative compatibility groups of *Amylostereum areolatum* and *A. chaillatii* from Sweden and Lithuania. *Mykological research*. 103: 824-829. Cambridge Univ. Press.
- Werner, F. & Årmann, J. 1955. Stormfällningens dynamik . *Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 53:311-330.

Bilaga 1. Åldersfördelning av tallbestånd i Uppsala tätort med förekomst av tallticka. Ett bestånd utgörs av en avgränsad polygon. Tallarnas medeldiameter inom bestånden motsvarar beståndsålder.

